
METHOD FOR MEASURING CONCENTRATION DISTRIBUTION OF ELEMENT IN SOLID, AND MEASURING SAMPLE

Publication Number: 08-210998 (JP 8210998 A) , August 20, 1996

Inventors:
RIYUU KOKURIN
UCHIDA EIJI

Applicants

OKI ELECTRIC IND CO LTD (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

Application Number: 07-304275 (JP 95304275) , November 22, 1995

International Class (IPC Edition 6):

G01N-023/225
H01L-021/66

APIO Class:

46.2 (INSTRUMENTATION--- Testing)
42.2 (ELECTRONICS--- Solid State Components)

APIO Keywords:

R044 (CHEMISTRY--- Photosensitive Resins)
R096 (ELECTRONIC MATERIALS--- Glass Conductors)
R100 (ELECTRONIC MATERIALS--- Ion Implantation)

Abstract:

PURPOSE: To measure the concentration distribution of an impurity element in a solid with high precision by forming, in a solid containing a concentration-known element, a film of the same material containing the same concentration-known same element, and determining the concentration distribution of the concentration-unknown element with the concentration-known element as a reference.

CONSTITUTION: On a silicon substrate (solid) 101 treated in the same manufacturing condition as the actual case after ion-planting a concentration-unknown impurity element, a film of polysilicon 102 of the same material as the substrate 101 is formed, for example, in a thickness of 50-1000nm. The same concentration-known impurity element as the one implanted to the substrate 101 is ion-implanted to form a measuring sample. When this sample is subjected to secondary ion mass analysis, and the concentration distribution of the impurity element is measured, since the dose of the profile 105 of the reference (concentration-known) impurity element and the thickness of the polysilicon 102 are known, the profile 103 of the impurity element in the substrate 101 can be obtained from the data only by measuring

the same position once in the depth direction of the sample.

APIO

© 2004 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 5255498

POWERED BY **Dialog****Basic Patent (Number,Kind,Date):** JP 8210998 A2 19960820**PATENT FAMILY:****Japan (JP)****Patent (Number,Kind,Date):** JP 8210998 A2 19960820**METHOD FOR MEASURING CONCENTRATION DISTRIBUTION OF ELEMENT IN SOLID, AND MEASURING SAMPLE (English)****Patent Assignee:** OKI ELECTRIC IND CO LTD**Author (Inventor):** RIYUU KOKURIN; UCHIDA EIJI**Priority (Number,Kind,Date):** JP 95304275 A 19951122; JP 94288083 A 19941122**Applic (Number,Kind,Date):** JP 95304275 A 19951122**IPC: *** G01N-023/225; H01L-021/66**Derwent WPI Acc No: ; C** 96-428600**Language of Document:** Japanese**Patent (Number,Kind,Date):** JP 2003194747 A2 20030709**METHOD OF MEASURING CONCENTRATION DISTRIBUTION OF ELEMENT IN SOLID (English)****Patent Assignee:** OKI ELECTRIC IND CO LTD**Author (Inventor):** RIYUU KOKURIN; UCHIDA EIJI**Priority (Number,Kind,Date):** JP 2002320015 A 20021101; JP 94288083 A 19941122**Applic (Number,Kind,Date):** JP 2002320015 A 20021101**IPC: *** G01N-023/225; H01L-021/265**Language of Document:** Japanese**Patent (Number,Kind,Date):** JP 3439584 B2 20030825**Priority (Number,Kind,Date):** JP 95304275 A 19951122; JP 94288083 A 19941122**Applic (Number,Kind,Date):** JP 95304275 A 19951122**IPC: *** G01N-023/225; G01N-027/62**Derwent WPI Acc No: ; C** 96-428600**Language of Document:** Japanese**JPADOC/Family and Legal Status**

© 2004 European Patent Office. All rights reserved.

Dialog® File Number 345 Accession Number 13183119

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-210998

(43) 公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 N 23/225

H 0 1 L 21/66

N

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-304275

(22) 出願日 平成7年(1995)11月22日

(31) 優先権主張番号 特願平6-288083

(32) 優先日 平6(1994)11月22日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 劉 国林

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72) 発明者 内田 英次

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

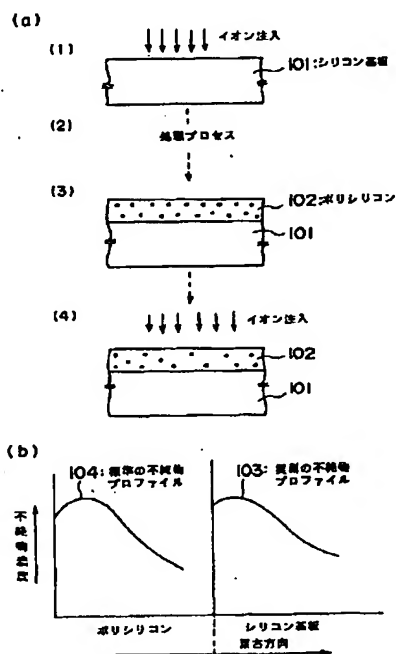
(74) 代理人 弁理士 大西 健治

(54) 【発明の名称】 固体中元素の濃度分布の測定方法および測定用試料

(57) 【要約】

【目的】 質量分析による不純物元素の分布を、高精度で測定することを目的とする。

【構成】 不純物の注入量及び不純物分布の評価方法として、同一ウェハ内には標準試料をつくり込み、一つの試料の中に実際に測定したい試料と標準用の試料の両方を形成する。測定用試料と標準試料を別々につくる場合に比べ、相対感度係数の変動を少なくすることができ、精度が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体中元素の濃度分布の測定方法に於いて、単一の測定試料内に同一の元素で濃度未知の領域と濃度既知の領域とを形成し、両者を質量分析により測定することにより、濃度既知の領域を標準として、濃度未知の領域の元素濃度分布を求めることを特徴とする固体中元素の濃度分布の測定方法。

【請求項2】 固体中元素の濃度分布の測定用試料であって、濃度未知の元素が含まれる固体上に、濃度既知の同一元素が含まれた前記固体と同一材料の膜が形成されていることを特徴とする固体中元素の濃度分布の測定用試料。

【請求項3】 前記濃度未知の元素が含まれる固体上に形成され、前記濃度既知の同一元素が含まれた前記固体と同一材料の膜が、イオン注入によって元素導入されていることを特徴とする請求項2記載の測定用試料。

【請求項4】 前記濃度未知の元素が含まれる固体上に形成され、前記濃度既知の同一元素が含まれた前記固体と同一材料の膜が、深さ方向にわたって濃度一定であることを特徴とする請求項2記載の測定用試料。

【請求項5】 固体中元素の濃度分布の測定用試料であって、濃度未知の元素が含まれる固体の同一面内に、濃度既知の同一元素が含まれた前記固体と同一材料の領域を有することを特徴とする固体中元素の濃度分布の測定試料。

【請求項6】 前記濃度未知の元素が含まれる固体の同一面内に形成され、前記濃度既知の同一元素が含まれた領域が、イオン注入によって元素導入されていることを特徴とする請求項5記載の測定用試料。

【請求項7】 前記濃度未知の元素が含まれる固体の同一面内に形成され、前記濃度既知の同一元素が含まれた領域が、深さ方向にわたって濃度一定であることを特徴とする請求項5記載の測定用試料。

【請求項8】 固体中元素の濃度分布を測定する方法であって、濃度既知の膜を溶解し、その溶液を化学質量分析により測定して標準とし、その後濃度未知の領域を質量分析により測定することを特徴とする固体中元素の濃度分布の測定方法。

【請求項9】 請求項8記載の固体中元素の濃度分布の測定方法に於いて、前記元素がボロンである場合、前記濃度既知の膜中のボロン濃度が単位面積あたり $2.5 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ 以上であることを特徴とする固体中元素の濃度分布の測定方法。

【請求項10】 請求項8記載の固体中元素の濃度分布の測定方法に於いて、前記元素がリンである場合、前記濃度既知の膜中のリン濃度が単位面積あたり $1.0 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ 以上であることを特徴とする固体中元素の濃度分布の測定方法。

【請求項11】 請求項8記載の固体中元素の濃度分布の測定方法に於いて、前記元素がヒ素である場合、前記

濃度既知の膜中のヒ素濃度が単位面積あたり $2.5 \times 10^{13} \sim 1.0 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ の範囲であることを特徴とする固体中元素の濃度分布の測定方法。

【請求項12】 固体中のヒ素の濃度分布を測定する方法であって、ヒ素濃度が $1.0 \times 10^{16} \text{ ions} / \text{cm}^2$ 以上の、標準用の膜が形成されている試料を用いて化学分析法で前記標準用膜の濃度を定量分析し、濃度未知の試料を質量分析によって測定し前記定量分析の結果をもとに濃度分布を求めることを特徴とする固体中ヒ素の濃度分布の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、固体中の元素の濃度分布、特に半導体素子製造に於いて、半導体基板中の不純物の濃度分布を高精度で測定する方法及び測定用の試料に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の製造に於いては、イオン注入や固着拡散などによって不純物層を形成する必要がある。近年の半導体装置の微細化にともない、不純物層もより高精度に制御する必要がでてきた。そのためには、不純物元素の濃度分布を、より高精度に測定する技術が不可欠である。従来の測定方法として特に広く用いられてきたのが二次イオン質量分析(SIMS)である。この方法は、目的とする不純物元素のマトリックス元素に対する相対感度係数(RSF)を用いて、定量的検討を行うものである。通常は、別途作成した濃度既知の標準試料に於ける相対感度係数(RSF)により、測定しようとする試料中の元素の濃度分布を求めるものであった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、二次イオン質量分析(SIMS)において一次ビームに対する角度などの測定条件の変化が、相対感度係数(RSF)の変動をもたらす。実際に測定しようとする試料と標準試料とのわずかな形態の違い、例えば表面の凹凸や構造上の違いなどにより、測定精度の低下をもたらす。したがって、従来の測定方法、及び測定に用いられる試料では、不純物の濃度分布を高精度に測定することが困難であるという問題点があった。

【0004】この発明は、以上述べた問題点を除去し、二次イオン質量分析(SIMS)を用いながら、高精度に不純物の濃度分布を測定する方法、及び測定に用いられる試料を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記目的を達成するために、固体中元素の濃度分布の測定方法に於いて、単一の測定試料内に同一の元素で濃度未知の領域と濃度既知の領域とを形成し、両者を質量分析により測定することにより、濃度既知の領域を標準として、濃度

未知の領域の元素濃度分布を求めるようにしたものである。

【0006】また、固体中元素の濃度分布の測定用試料に於いて、濃度未知の元素が含まれる前記固体と同一材料の固体上に、濃度既知の同一元素が含まれた膜を形成するようにしたものである。

【0007】さらに、固体中元素の濃度分布の測定用試料に於いて、濃度未知の元素が含まれる固体の同一面内に、濃度既知の同一元素が含まれた領域を形成するようにしたものである。

【0008】また、固体中元素の濃度分布を測定する方法であって、濃度既知の膜を溶解し、その溶液を化学質量分析により測定して標準とし、その後濃度未知の領域を質量分析により測定するようにしたものである。

【0009】

【作用】この発明によれば、二次イオン質量分析(SIMS)で元素の濃度分布を測定する際に、単一の試料で標準試料と測定用試料の両方が測定できるため、相対感度係数(RSF)の変動が極めて小さく抑えられる。従って、上記問題点を解決できるのである。

【0010】また、この発明によれば、標準試料を化学分析によって定量分析するようにしたので二次イオン質量分析(SIMS)によって真の値により近い濃度分布を、求めることができる。

【0011】

【実施例】以下、この発明の実施例を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0012】図1(a)は、この発明の第1の実施例を示す測定用試料の工程断面図である。

【0013】(1)に示す101は、シリコン基板でありイオン注入等により不純物元素が導入される。この基板は、イオン注入条件や、その後の熱処理条件等によるプロファイルの変化を測定し解析しようとするものである。そこで、(2)に示すように基板に実際に半導体装置を製造するプロセス条件と同じ条件の処理を施す。全ての処理を終了した後、(3)のBで示される通りシリコン基板と同一材料であるポリシリコン102を所定の膜厚例えば50~1000nm形成する。そして、(4)に示すとおりこのポリシリコン102に前記不純物元素と同一の元素を所定の条件でイオン注入する。

【0014】こうして形成された測定用試料を、二次イオン質量分析(SIMS)によって不純物元素の濃度分布を測定した結果を、図1(b)に示す。同図に於いて、104は標準の不純物元素のプロファイルである。また103は、実際に測定したい不純物元素のプロファイルである。ここで、標準となる104の不純物元素のドーザ量とポリシリコン102の膜厚が事前にわかっているため、そのドーザ量と膜厚方向の情報から103の不純物元素のプロファイルが求められる。同一箇所を、試料の深さ方向に一回測定するのみで、標準と濃度分布

未知の部分の両方のプロファイルが求められるので、相対感度係数(RSF)の変動はない。

【0015】図2(a)は、この発明の第2の実施例を示す測定用試料の工程断面図である。(1)に示す201は、シリコン基板でありイオン注入等により不純物元素が導入される。この基板は、イオン注入条件や、その後の熱処理条件等によるプロファイルの変化を測定し解析しようとするものである。そこで、(2)に示すように基板に実際に半導体装置を製造するプロセス条件と同じ条件の処理を施す。全ての処理を終了した後、(3)の202で示される通りシリコン基板と同一材料であるポリシリコンを所定の膜厚例えば50~1000nmCVD法等で形成する。この膜形成時に、前記不純物と同じ元素がドーパされる様なガスを導入することにより、所定濃度の不純物元素が均一に含まれる、内部標準としてのB部が形成される。また202は、その他の材料例えば、CVD法によるアモルファス・シリコン層、MBEによるエピタキシャル・シリコン層等でも良い。

【0016】こうして形成された測定用試料を、二次イオン質量分析(SIMS)によって不純物元素の濃度分布を測定した結果を、図2(b)に示す。同図に於いて、204は標準の不純物元素のプロファイルである。また203は、実際に測定したい不純物元素のプロファイルである。ここで、標準となる202の不純物元素は一定であり202の膜厚が事前にわかっているため、その濃度と膜厚方向の情報から201の不純物元素のプロファイルが求められる。同一箇所を、試料の深さ方向に一回測定するのみで、標準と濃度分布未知の部分の両方のプロファイルが求められるので、相対感度係数(RSF)の変動はない。

【0017】図3(a)は、この発明の第3の実施例を示す測定用基板の平面図であり、300はシリコン基板である。図に示されるように、フォトリソグラフィにより同一基板内に2種類の異なる領域を形成する。この実施例では、領域301と302である。一方の領域を標準用領域、もう一方を測定用領域とする。301領域が測定用領域の場合、302領域を公知のフォトリソグラフィによりレジスト・パターンで覆い、301領域に選択的に不純物元素を、イオン注入等によって導入する。レジスト・パターンを除去した後、基板に実際に半導体装置を製造するプロセス条件と同じ条件の処理を施す。全ての処理を終了した後、今度は301領域をレジスト・パターンで覆い、302領域に選択的に301領域と同じ不純物元素を所定の条件でイオン注入する。レジスト・パターンを除去した後、前記基板から301領域と302領域の双方を含む測定用試料を切り出す。

【0018】こうして形成された測定用試料を、二次イオン質量分析(SIMS)装置の試料ホルダーにセットする。301、302領域のどちらか一方を測定した後、試料位置をずらして、他方を測定する。こうして不

純物元素の濃度分布を測定した結果を、図3(b)に示す。同図に於いて、(あ)は標準の不純物元素のプロファイルである。また(い)は、実際に測定したい不純物元素のプロファイルである。標準である302領域の測定結果に対して、ドーズ量で規格化した相対感度係数(RSF)を求め、301領域の測定結果に適用すれば、301領域のプロファイルを求めることが出来る。このように、試料位置をずらすだけで測定できるため、上述した実施例1、2と同等の精度の測定が可能となる。

【0019】図4(a)は、この発明の第4の実施例を示す測定用基板の平面図であり、400はシリコン基板である。図に示されるように、第3の実施例と同様に同一基板を401領域と、402領域を形成する。実施例3と同じ手法により、402領域をレジスト・パターンで覆い、401領域のみ選択的に不純物元素を、イオン注入等により導入する。レジスト・パターンを除去した後、基板に、実際に半導体装置を製造するプロセス条件と同じ条件の処理を施す。全ての処理を終了した後、基板全面にマスクとなる酸化膜をCVD法等で被着する。次に、401領域をレジスト・パターンで覆い、そのパターンをマスクに酸化膜を選択的に除去する。401領域のレジスト・パターンを除去した後、露出した402領域上に、実施例2の202と同様の手法で、所定濃度の不純物元素が均一に含まれた、内部標準としての402領域層を形成する。通常この402領域層の厚さは100nm程度であり、基板と同じ材料からなる。最後に、401領域上の酸化膜を除去した後、前記基板から401領域と402領域の双方を含む測定用試料を切り出す。なお、この実施例では、マスクとして酸化膜を取り上げたが、窒化膜等基板に対してエッチングの選択比のとれる材料であればよい。またマスクの形成法も、公知のスパッタリング等でも良い。

【0020】こうして形成された測定用試料を、二次イオン質量分析(SIMS)装置の試料ホルダーにセットする。401、402領域のどちらか一方を測定した後、試料位置をずらして、他方を測定する。こうして不純物元素の濃度分布を測定した結果を、図4(b)に示す。同図に於いて、(う)は標準の不純物元素のプロファイルであり深さ方向にわたって一定である。また(え)は、実際に測定したい不純物元素のプロファイルである。標準である402領域層の測定結果に対して、ドーズ量で規格化した相対感度係数(RSF)を求め、401領域の測定結果に適用すれば、401領域のプロファイルを求めることが出来る。このように、試料位置をずらすだけで測定できるため、上述した実施例1、2と同等の精度の測定が可能となる。

【0021】図5乃至図9に、この発明の第5の実施例を示す。この例では、上述した実施例とは異なり標準用の試料部分を、化学分析によって測定する。実施例1、

2と同様に、不純物元素を含む測定用の試料の上部に、同じ不純物を含む標準用の層を積層させ、SIMS分析用試料を形成する。同時に不純物を含まない測定用試料と同質の材料上にSIMS分析用試料の標準用の層と同一不純物濃度を含む化学分析用の標準用の層を形成する。SIMS分析用試料では、この標準用の層は測定したい試料と同一の材料でなければならなかったが、この実施例に於いて、化学分析用の標準用の層では特に材料を限定しない。しかし、化学分析の際、溶剤に対する溶解度が測定したい試料と異なる材料が望ましい。

【0022】次に、化学分析用の標準用の層を、溶剤に溶かし化学分析により不純物元素の濃度を測定する。この化学分析で得られた定量値がSIMS分析用試料の標準用の層の不純物濃度そのものであるためその値を用いて、二次イオン質量分析(SIMS)により標準用の層を有するSIMS測定用試料の測定したい試料部分の元素の濃度分布を求めることが出来る。

【0023】図5は、この発明の第5の実施例を示す測定用試料の工程断面図である。(1)に示す500は、シリコン基板であり、イオン注入等により不純物元素が導入されていない。(2)の501で示される通り、シリコン基板上にシリコン酸化膜501を所定の膜厚、例えば50~1000nmCVD法等で形成する。ここでは、酸化膜を例にとったが、窒化膜など別の膜でも良いし、形成方法も特に問わない。この膜には前記不純物元素と同じ元素が導入される。導入した元素の量が分かれば、導入方法は問わない。

【0024】すなわち、イオン注入でも良いし、膜形成時に同時にドーピングする方法でも良い。こうして得られた標準層を溶剤にとかし化学分析を行う。化学分析の方法としては、誘導結合型発光分析(ICP-AES)や、誘導結合型質量分析(ICP-MS)またラザフォード後方散乱(RBS)、中性子放射化分析等が挙げられる。ここで、標準層は膜厚と面積が分かっているので、化学分析の測定値から単位体積、もしくは単位面積あたりの濃度を求めることが出来る。

【0025】次に、二次イオン質量分析(SIMS)により標準用の層を有するSIMS分析用試料を測定し、不純物の相対強度分布を求める。この相対強度に、化学分析で求めた濃度の値をSIMS分析用試料の標準用の層の不純物濃度に適応すれば、実際の不純物の分布を求めることが出来る。つまり、絶対定量が可能となる。

【0026】不純物種としてボロンを用いた場合のイオン注入量は、実験結果によれば、 $2.5 \times 10^{13} \text{ ions/cm}^2$ 以上で、精度の高い分析結果が得られる。その実験結果を、図6に示す。これは、標準層をフッ化水素(HF)と硝酸で溶解し、その溶解液を誘導結合型質量分析(ICP-MS)で分析したものである。

【0027】不純物種としてリンを用いた場合のイオン注入量は、実験結果によれば、 $1.0 \times 10^{15} \text{ ions/}$

cm²以上で、精度の高い分析結果が得られる。その実験結果を図7に示す。これは、ボロンの場合と同様に、溶解液を得てから誘導結合型発光分析(ICP-AES)で分析したものである。

【0028】不純物種としてヒ素を用いた場合のイオン注入量は、実験結果によれば、2.5E13~5.0E14 ions/cm²の範囲のドーズ量が低いときでは、ボロンやリンと同様に溶解液を得てから誘導結合型質量分析(ICP-MS)で分析すると精度の高い分析結果が得られる。その実験結果を、図8に示す。ドーズ量が1.0E16以上でドーズが高い場合は、ラザフォード後方散乱(RBS)、中性子放射化分析によって分析すると精度の高い分析結果が得られる。その結果を図9に示す。

【0029】以上の実施例では、シリコンを例にとって説明したが、この発明は半導体材料の他にも金属、絶縁体、結晶体、高分子などのいずれの固体材料にも適応が可能である。

【0030】また、実際に測定したい不純物元素のプロファイルを測定する方法として、二次イオン質量分析(SIMS)を挙げたが、他の固体試料測定方法にも応用が可能である。例えば、広がり抵抗分析(SRA)やイオン・プローブ、電子プローブ、光プローブなどにも適応できる。

【0031】

【発明の効果】この発明の第1の実施例によれば、作成した試料の元素濃度分布を二次イオン質量分析(SIMS)で分析するに際し、完全に同一の分析条件で測定することができる。しかも、標準用の不純物層から実際に測定したい基板濃度までを、一回の測定で行える。従って、従来の標準試料測定時の分析条件と、実際に測定したい基板の分析条件との不一致を完全になくすことができ、二次イオン質量分析(SIMS)による測定精度が大幅に向上すると言う効果がある。

【0032】この発明の第2の実施例によれば、不純物濃度が一定であるためプロファイルのある実施例1の場合より積分値の誤差が少ないため、実施例1の効果に加え実際に測定したい基板濃度のピーク値の精度の向上が*

*期待できる。

【0033】この発明の第3の実施例によれば、標準領域の測定と実際に測定したい基板濃度の測定とを、一次ビームの条件を変えずに試料位置をずらすのみで行えるので第1の実施例と同等の測定精度向上が期待できる。また試料の種類によっては表面の荒れが問題となるが、測定領域が違うので、深さ方向の分解能の一致がはかれる。

【0034】この発明の第4の実施例によれば、第3の実施例の効果に加え(SRA)などの電氣的測定に於いても全ての測定条件を変えずに、標準領域の測定と実際に測定したい基板濃度の測定とを行えるという効果を有する。

【0035】この発明の第5の実施例によれば、標準用の不純物濃度の測定を、化学分析で絶対定量できるため、従来のように、イオン注入時のイオン電流の計測値と、実際に注入されたイオンの数とのずれをなくし、より真の値により近い測定が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例を示す図

【図2】この発明の第2の実施例を示す図

【図3】この発明の第3の実施例を示す図

【図4】この発明の第4の実施例を示す図

【図5】この発明の第5の実施例を示す図

【図6】この発明の第5の実施例を示す図

【図7】この発明の第5の実施例を示す図

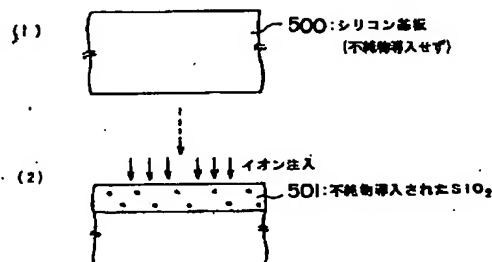
【図8】この発明の第5の実施例を示す図

【図9】この発明の第5の実施例を示す図

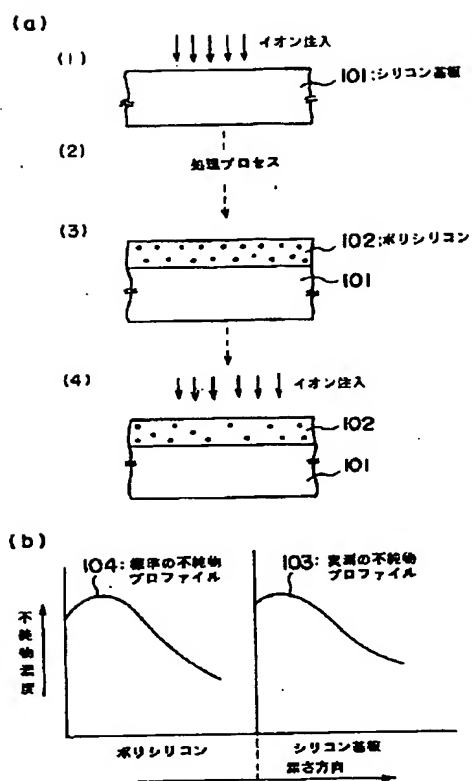
【符号の説明】

101、201、300、400、500・・・シリコン基板
102、202、・・・ポリシリコン
301、401、・・・測定用領域
302、402、・・・標準用領域

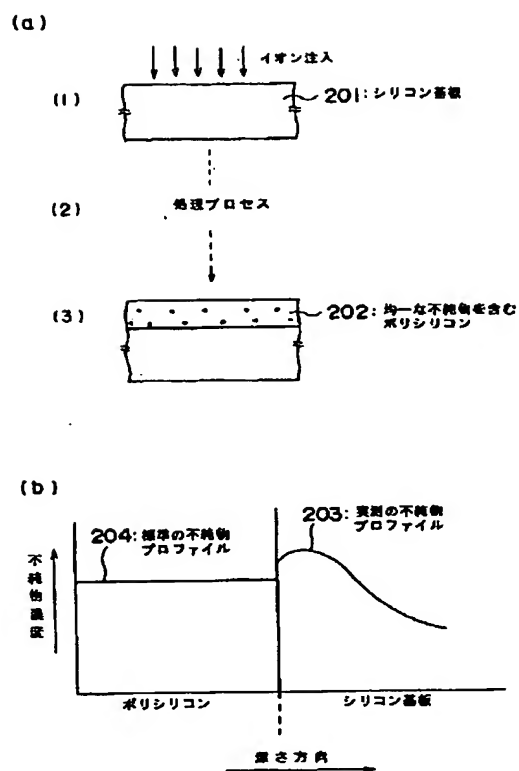
【図5】



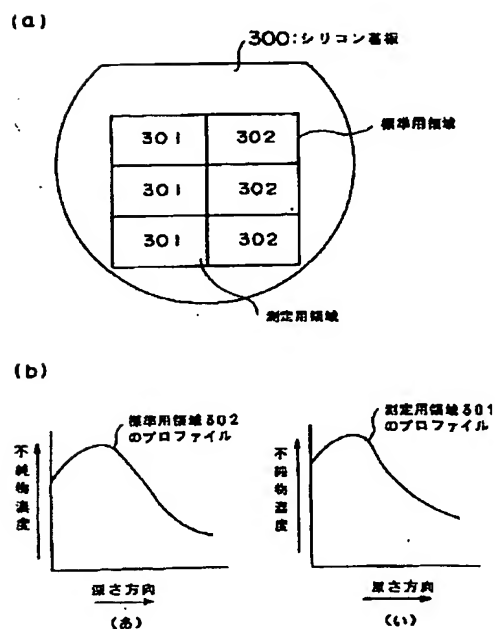
【図1】



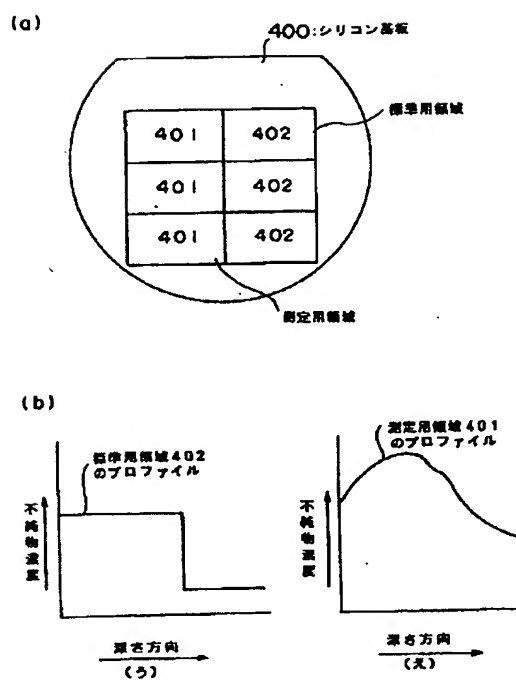
【図2】



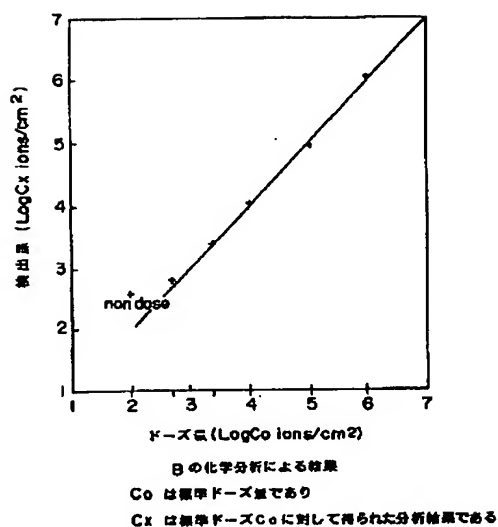
【図3】



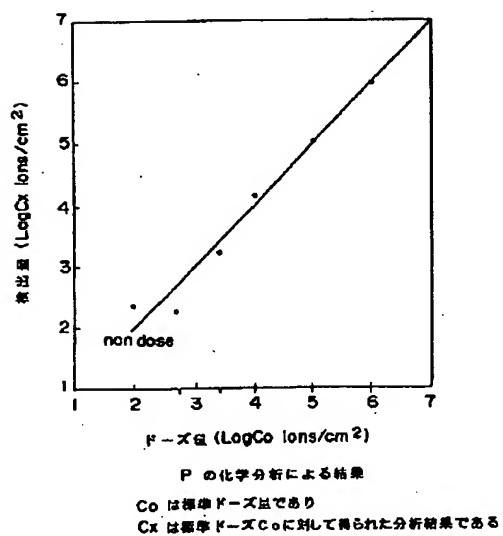
【図4】



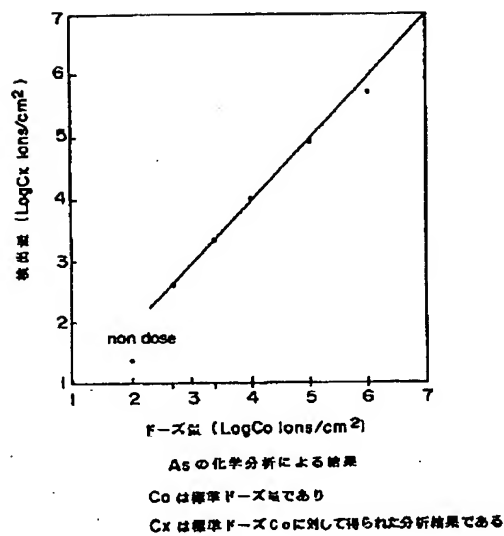
【図6】



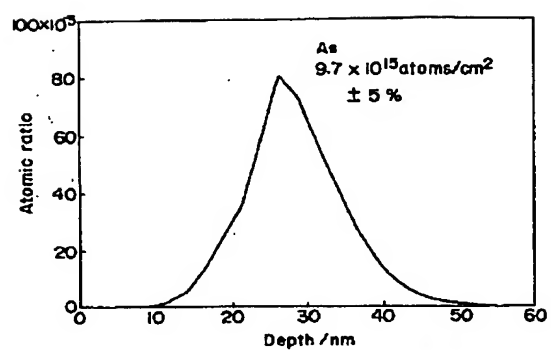
【図7】



【図8】



【図9】



As を $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ イオン注入した試料の
RBS による分析結果

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.